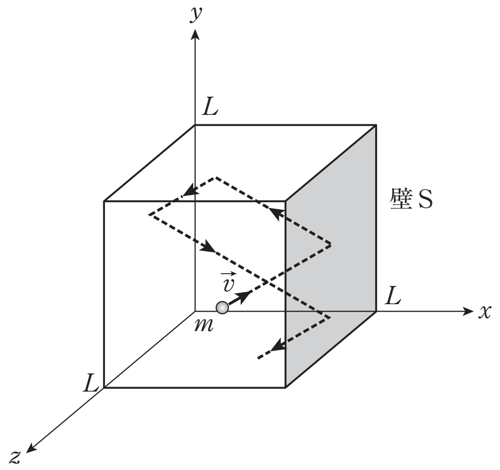
第28講　気体分子の運動

1

物体を構成している粒子は目には見えないが，つねに不規則な運動をしている。この運動は，いろいろな熱現象を起こすもとになるので熱運動といわれる。気体分子の熱運動に関する，以下の問に答えよ。

一辺の長さ L，体積 $V(=L^3)$ の立方体の容器に質量 m の単原子分子 N 個からなる理想気体が入っている。図のように，x，y，z 軸をとり，x 軸に垂直な壁Sに衝突する一つの分子の速度を $\vec{v}$，その x，y，z 成分を v_x，v_y，v_z とする。気体は希薄で分子間の衝突はなく，分子は容器の壁と弾性衝突するものとする。



(1)　この分子が x 軸に垂直な壁Sに衝突したとき，壁がこの分子の一回の衝突により受ける力積の大きさはいくらか。

(2)　単位時間にこの分子が壁Sに衝突する回数はいくらか。

(3)　1個の分子から壁Sが受ける力の大きさはいくらか。

(4)　すべての分子は方向にかかわりなく不規則に運動しているから，N 個の分子について平均すると，${v_x}^2$，${v_y}^2$，${v_z}^2$ の平均値は同じ値になる。$v^2={v_x}^2+{v_y}^2+{v_z}^2$ の平均値を $\overline{v^2}$ としたとき，$\overline{{v_x}^2}$ を $\overline{v^2}$ を用いて表せ。

(5)　N 個の分子全体から壁Sが受ける力の大きさはいくらか。m，N，L，$\overline{v^2}$ を用いて表せ。

(6)　壁Sが受ける圧力の大きさはいくらか。m，N，V，$\overline{v^2}$ を用いて表せ。

©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

体積 V [m^3] の容器に質量 m [kg] の単原子分子 N 個からなる理想気体をいれたときに容器の壁が受ける圧力 P [Pa] は，気体の分子運動の考え方によると次式で与えられる。

$$P=\frac{Nm\overline{v^2}}{3V} \quad \cdots\cdots(*)$$

ここで，$\overline{v^2}$ は分子の速さ v [m/s] の２乗の平均値である。

問１　理想気体の状態方程式と（＊）を用いて,気体分子１個あたりの平均の運動エネルギーを，絶対温度 T，アボガドロ定数 N_A，気体定数 R で表せ。

問２　絶対温度 T の単原子分子理想気体 n [mol] が持つ内部エネルギーを，絶対温度 T，気体定数 R で表せ。

☆問３　いま，体積が 3.00×10^{-2} [m^3] の容器内に温度が 300 [K]，密度が 2.00 [kg/m^3] の理想気体が 2.00 [mol] 入っている場合を考える。アボガドロ定数を 6.02×10^{23} [/mol]，気体定数を 8.31 [J/(mol･K)] として次の各問に答えよ。答えは各問の解答群の中から最も適したものを一つ選べ。

(1)　容器内の気体分子の総数は何個か。
(2)　気体の圧力は何 Pa か。
(3)　気体分子の２乗平均速度 $\sqrt{\overline{v^2}}$ は何 m/s か。
(4)　気体分子１個の平均運動エネルギーは何 J か。
(5)　気体の内部エネルギーは何 J か。

〔解答群〕

(1)	ア．3.01×10^{23} [個]	イ．1.20×10^{24} [個]	ウ．2.41×10^{24} [個]
	エ．5.00×10^{24} [個]	オ．2.01×10^{25} [個]	
(2)	ア．2.49×10^{3} [Pa]	イ．4.86×10^{3} [Pa]	ウ．8.31×10^{4} [Pa]
	エ．1.66×10^{5} [Pa]	オ．3.32×10^{5} [Pa]	
(3)	ア．1.58×10^{2} [m/s]	イ．3.54×10^{2} [m/s]	ウ．4.99×10^{2} [m/s]
	エ．1.32×10^{3} [m/s]	オ．1.91×10^{3} [m/s]	
(4)	ア．2.09×10^{-21} [J]	イ．2.49×10^{-21} [J]	ウ．3.80×10^{-21} [J]
	エ．4.13×10^{-21} [J]	オ．6.21×10^{-21} [J]	
(5)	ア．7.48×10^{3} [J]	イ．8.31×10^{3} [J]	ウ．2.49×10^{4} [J]
	エ．3.11×10^{4} [J]	オ．1.25×10^{5} [J]	

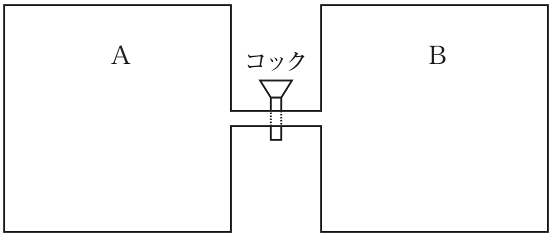
ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

体積 V の容器 A，B が図のようにパイプでつながれており，途中のコックで隔離されている。容器 A には，モル数 n，温度 T の単原子分子理想気体が入っている。以下のような場合にコックを開け充分長く置いたら，**二つの容器全体**で圧力と温度はどのような値になるか。ただし容器は断熱壁でおおわれており，パイプとコックの部分は充分小さいのでその熱的影響は無視してよい。また気体定数は R である。



(1)　最初，容器 B が真空のとき

(2)　最初，容器 B に A と同じ種類の気体（モル数 $2n$，温度 $3T$）が詰まっているとき

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　確認テスト

以下の文中の空欄に入る語句，数式として最も適当なものを以下の選択肢の中から一つずつ選び，その記号を答えよ。ただし，同じものを何度用いてもよい。

体積 V の容器に質量 m の単原子分子 N 個からなる単原子分子理想気体を入れたときに容器の壁が受ける圧力 P は，気体の分子運動の考え方によると，分子の速さ v [m/s] の2乗の平均値 $\overline{v^2}$ を用いて［ 1 ］となる。また，絶対温度 T の単原子分子理想気体の平均運動エネルギーは［ 2 ］となり，［ 3 ］に比例すると分かる。

理想気体の場合，気体の内部エネルギーは容器内にある気体分子が持つ［ 4 ］の和であり，n モルの単原子分子理想気体の場合［ 5 ］と表される。ただし，R は気体定数，N_A はアボガドロ定数である。

選択肢

①　運動エネルギー　　②　位置エネルギー　　③　運動量　　④　絶対温度

⑤　圧力　　⑥　体積　　⑦　$\dfrac{Nm\overline{v^2}}{3V}$　　⑧　$\dfrac{m\overline{v^2}}{3V}$

⑨　$\dfrac{3}{2}RT$　　⑩　$\dfrac{3}{2}nRT$　　⑪　$\dfrac{3}{2}\dfrac{R}{N_A}T$　　⑫　$\dfrac{3}{2}n\dfrac{R}{N_A}T$

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 28 講　気体分子の運動

1

(1)　$2mv_x$　　(2)　$\dfrac{v_x}{2L}$　　(3)　$\dfrac{m{v_x}^2}{L}$　　(4)　$\overline{{v_x}^2}=\dfrac{1}{3}\overline{v^2}$

(5)　$\dfrac{Nm\overline{v^2}}{3L}$　　(6)　$\dfrac{Nm\overline{v^2}}{3V}$

2

問１　$\dfrac{3RT}{2N_A}$

問２　$\dfrac{3}{2}nRT$

問３

(1)　イ　　(2)　エ　　(3)　ウ　　(4)　オ　　(5)　ア

3

(1)　圧力　$\dfrac{nRT}{2V}$　　温度　T

(2)　圧力　$\dfrac{7nRT}{2V}$　　温度　$\dfrac{7}{3}T$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 28 講　確認テスト

【解答】

1 : ⑦

2 : ⑪

3 : ④

4 : ①

5 : ⑩

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。